



ARTICLE TECHNIQUE

Maîtrise de la Corrosion Microbienne avec la Technologie 100% Aluminate de Calcium

DÉCEMBRE 2018 / VER.: 3 / SIKA FRANCE SA / M. DONADIO

RENOVATION

TABLE OF CONTENTS

1	SCOPE	3
2	CORROSION BIOGÉNIQUE / CORROSION MICROBIENNE	3
3	TECHNOLOGIE ALUMINATE DE CALCIUM	4
4	DURABILITÉ	5
5	CONCLUSION	5
6	BIBLIOGRAPHIE	5
7	NOTE LÉGALE	6

6

1 SCOPE

Sika spécialiste dans la rénovation des stations d'épuration complète son offre avec un nouveau mortier **Sika MonoTop®-4400 MIC** formulé sur la base de la technologie utilisant **~100% d'aluminate de calcium** (ciment & agrégats) pour la rénovation de structures sujettes à la corrosion biogénique.

Ce document résume les propriétés de cette technologie qui expliquent ses performances exceptionnelles dans la prévention des dommages dus à la corrosion biogénique.

2 CORROSION BIOGÉNIQUE / CORROSION MICROBIENNE

En l'absence d'effluents industriels, les eaux usées domestiques ne sont pas fortement agressives vis à vis des surfaces béton (pH neutre). En revanche, de par la présence de quantité importante de sulfate et de matières organiques, une activité biologique peut se développer quand certaines conditions sont remplies:

- Réduction des sulfates par certaines bactéries anaérobiques générant du gaz d'hydrogène sulfureux (H_2S) dissous dans les effluents.
- Libération de ce gaz H_2S dans l'air au-dessus des effluents dans certaines conditions (ex : faible pente, turbulence, faible volume d'effluent).
- Développement de nouvelles bactéries à la surface humide du béton, au-dessus de la zone de flux.
- Ces bactéries se servent du gaz H_2S libéré comme source de sulfure et transforme ce gaz « inerte » en acide sulfurique (H_2SO_4) agressif pour le béton.

Voir schéma 1 pour illustrer le principe de la corrosion biogénique.

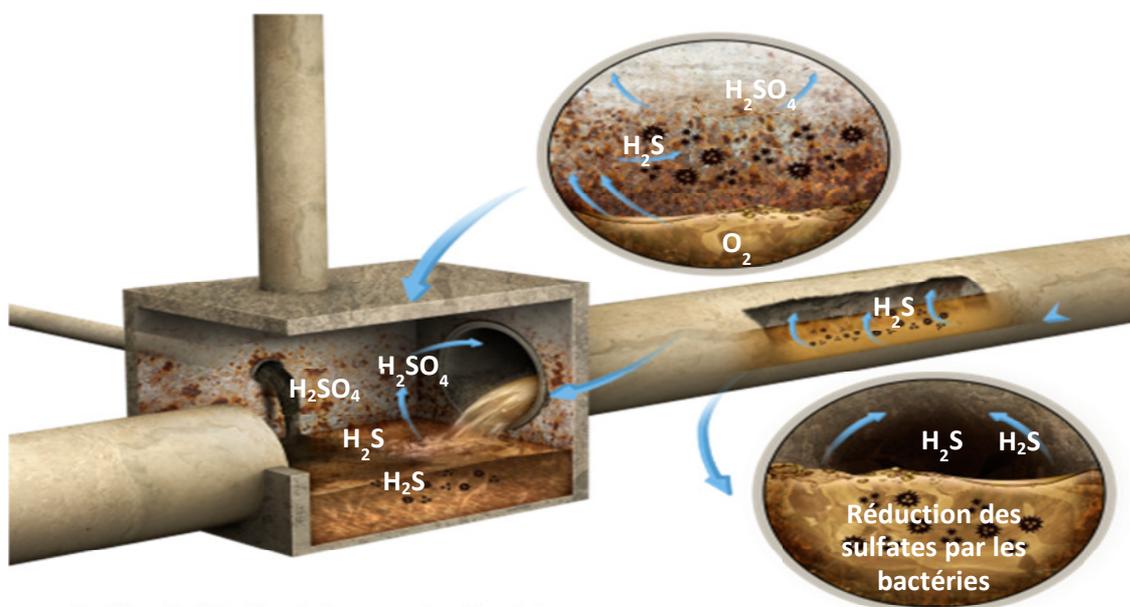


Schéma 1: Principe de la corrosion biogénique

Article Technique

Maîtrise de la Corrosion Microbienne avec la Technologie 100% Aluminate de Calcium
Décembre 2018, V3
MD0/03-2018

Diffusion Externe
Rénovation

L'acide sulfurique est un des acides les plus agressifs pour les structures en béton car il provoque une attaque double sur la matrice cimentaire (effet combiné d'une attaque acide et sulfatiques).

Les bétons et mortier de réparation à base de ciment Portland sont très sensibles à cette attaque et se détériorent très vite.

Dans sa thèse, J. Herisson⁽¹⁾ montre comment des regards en béton sont sévèrement corrodés 5 ans seulement après leur installation.

Des échantillons de béton faits avec des ciments CEM I & CEM III placés dans une chambre d'incubation à l'Université de Hambourg⁽²⁾ ont été complètement détruits après seulement 1 an de cet essai accéléré.



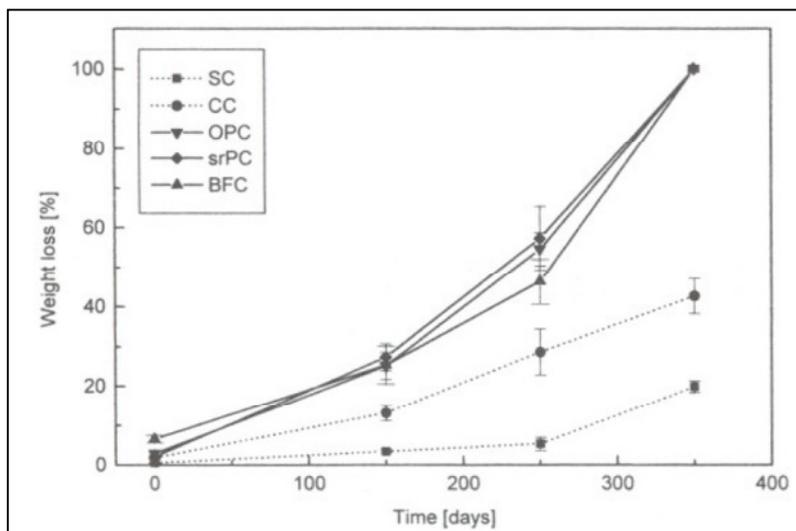
Photo 1: Regards en béton 5 ans après installation

3 TECHNOLOGIE ALUMINATE DE CALCIUM

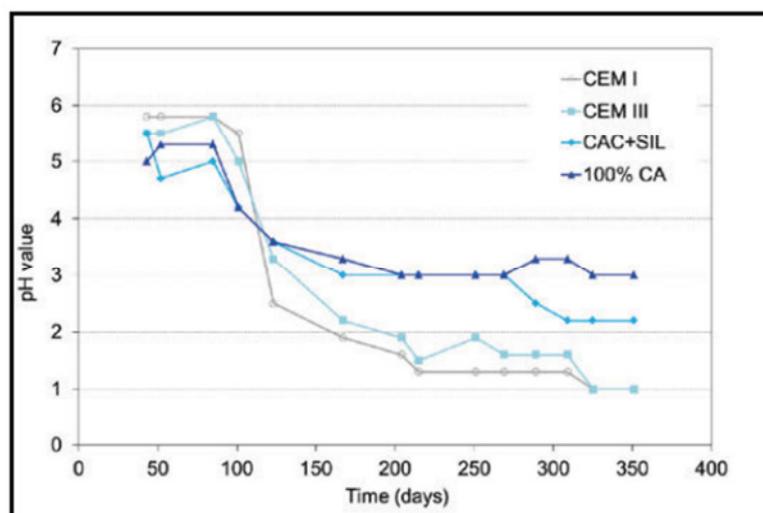
Le ciment alumineux est utilisé dans les réseaux d'assainissement depuis les années 1940 pour produire des tuyaux. Ils sont en effet déjà connus pour présenter les avantages d'une grande rapidité de mise en œuvre, de très bonnes résistances vis-à-vis des sols contenant des résistances aux sulfates et à l'abrasion (résistance du béton alumineux étant supérieure à celle d'un béton équivalent réalisé avec un ciment Portland).

Ainsi, les tuyaux réalisés en ciment alumineux présentaient des durabilités bien supérieures à ceux faits en béton à base de ciment Portland.

Des échantillons réalisés avec un mortier **100% aluminat de calcium** (ciment et agrégats) et placés dans une chambre d'incubation présentant les conditions environnementales décrites dans le paragraphe précédent, ne présentaient qu'une légère dégradation (~20% de perte de masse). Alors que d'autres échantillons préparés avec des ciments CEM I ou CEM III ont été complètement détruits – voir Courbe 1 ci-contre.



Courbe 1: Perte de masse dans la chambre d'incubation de l'Université d'Hambourg



Courbe 2: Évolution du pH dans la chambre d'incubation de l'Université de Hambourg

Pendant cette étude, des échantillons de ces mêmes mortiers ont été placés dans le réseau d'assainissement de la région de Hambourg pour comparer ces essais accélérés avec le comportement en milieu réel. En comparant les dégradations observées dans les deux milieux, Silke⁽²⁾ a pu estimer un ratio de performance de 1 à 24 (1 an en chambre d'incubation correspondrait à 24 ans en milieu réel de la région de Hambourg).

Les pH mesurés à la surface des échantillons (CEM I, CEM III, Ciment alumineux et agrégats siliceux et finalement mortier à 100% d'Aluminat de Calcium – ciment et agrégats) placés dans cette chambre d'incubation montrent clairement les différences de comportement de ces mortiers.

Seul celui fait à partir de 100% d'Aluminate de Calcium a un pH qui se stabilise autour de 3, tandis que le pH des autres échantillons continue de baisser pour atteindre un pH de 1 pour les mortiers à base de CEM I & CEM III – voir Courbe 2. Cette différence de comportement est due à la nature de la matrice aluminat de calcium.

Ce comportement exceptionnel des mortiers à base de 100% aluminat de calcium s'explique par la présence de 3 mécanismes de défense⁽¹⁾.

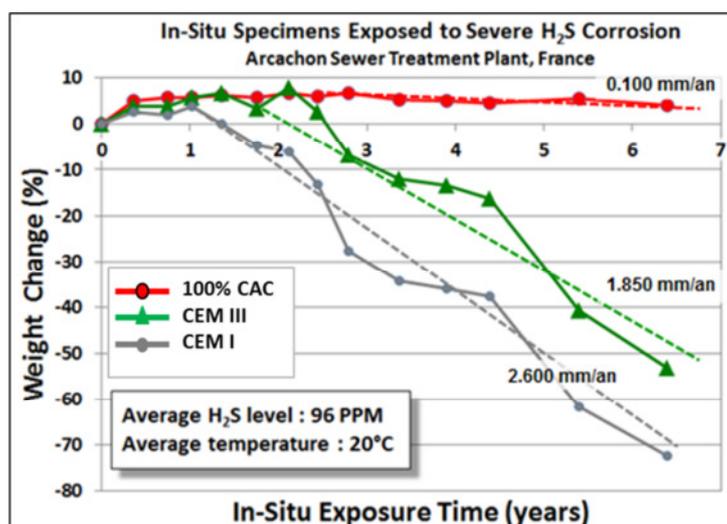
- Meilleure neutralisation des acides par le ciment alumineux que par le ciment Portland
- Précipitation de AH_3 gel d'alumine quand le pH à la surface du béton tombe en dessous de 10. Le gel AH_3 est stable jusqu'à un pH de 4 et empêche donc de nouvelles attaques.
- Effet Bactériostatique : Inhibition du développement bactérien, blocage de l'oxydation du sulfure qui de fait empêche la production de H_2SO_4 avec stabilisation du pH autour de 3 à 4.

4 DURABILITÉ

Sur la base des études menées par Silke, les mortiers utilisant la **Technologie 100% aluminat de calcium** présentent seulement ~20% de perte de masse (1 an équivalant à 24 ans en conditions réelles) soit une vitesse de dégradation de l'ordre de 0,230 mm par an.

Dans une autre étude réalisée dans des conditions réelles d'exploitation (station d'épuration à Arcachon en France), cette vitesse de dégradation peut s'estimer à seulement 0,100 mm par an.

Ces études de durabilité sont corroborées par d'autres⁽³⁾ menées dans un puits de relevage en France. Vingt après mise en œuvre du utilisant la **Technologie 100% aluminat de calcium**, sa surface est toujours saine et solide et présente un pH autour de 3.7 ce qui indique une bonne inhibition de la formation d' H_2SO_4 .



5 CONCLUSION

La corrosion microbienne est un problème croissant pour les maîtres d'œuvre des réseaux d'assainissement. La connaissance de ces mécanismes est de plus en plus complète.

La solution **Sika MonoTop®-4400 MIC** utilisant la **Technologie 100% Aluminat de Calcium**, fournit aux Maîtres d'œuvre et Maître d'ouvrage une solution durable et facile à mettre en œuvre dans les conditions confinées et humide d'un réseau d'assainissement. Sa grande durabilité est prouvée par des études en laboratoire et sur chantiers.

6 BIBLIOGRAPHIE

- [1] J. Herison, Thèse: Bio-dégradation of cement material in sewer refurbishment – comparative study of aluminat cement and Portland cement. 2012
- [2] S. Ehrich & all, Biogenic and Corrosion Sulfuric Acid Corrosion of Mortars, Journal of Materials in Civil Engineering, November 1999
- [3] Sewage pumping station, Trignac St Nazaire, FRANCE, 1996

7 NOTE LÉGALE

- i. Consulter impérativement les notices techniques ainsi que les fiches de données de sécurité des produits disponibles sur Internet www.sika.fr
- ii. Les informations contenues dans le présent document et tout autre conseil sont fournis en toute bonne foi, et se fondent sur la connaissance et l'expérience que Sika a acquises à ce jour de ses produits lorsqu'ils ont été convenablement stockés, manipulés et appliqués dans des conditions normales, conformément aux recommandations de Sika. Les informations s'appliquent uniquement aux modalités d'applications et produits expressément visées par le présent document et sont basées sur des essais réalisés en laboratoire qui ne peuvent se substituer à des essais sur site. En cas de modification des paramètres d'application, tels que des changements de substrats etc, ou dans le cas d'une application différente, veuillez consulter nos agences avant d'utiliser les produits Sika. Les informations contenues dans le présent document ne dispensent pas l'utilisateur des produits de vérifier par un essai sur site leur adaptation à l'application et à l'objectif envisagé. Toutes les commandes sont soumises à nos Conditions générales de Vente et de Livraison en vigueur. Les utilisateurs doivent impérativement consulter la version la plus récente de la notice technique correspondant au produit concerné, qui leur sera remise sur demande.

Version préparée par:

M. Donadio
Téléphone: +33 6 700 300 59

Courriel:
donadio.michel@fr.sika.com

Article Technique

Maîtrise de la Corrosion Microbienne avec la
Technologie 100% Aluminat de Calcium
Décembre 2018, V3
MDo/03-2018

Diffusion Externe
Rénovation